

■ POUR LA

SCIENCE

Décembre 2012 - n° 422

Édition française de Scientific American

L'HOMME 2.0

L'être humain réparé,
transformé, augmenté...

Jusqu'où ?

La vie
en réseaux

Ne plus vieillir

Des stimulants
pour le cerveau ?

Vivre dans l'espace

Les limites de la
connaissance

M 02687 - 422 S - F: 6,80 € - RD



Allemagne : 10,20 € - Belgique : 7,8 € - Canada /S : 11,95 CAD - Grèce /S : ?? € - Guadeloupe/St Martin /S : 7,90 € - Guyane /S : 7,90 € - Italie : 7,90 € - Luxembourg : 7,90 €
Maroc : 69 MAD - Martinique /S : 7,9 € - Nlle Calédonie Wallis /S : 1100 XPF - Polynésie Française /S : 1100 XPF - Portugal : 7,90 € - Réunion /A : 9,90 € - Suisse : 12 CHF.



La CASDEN affirme ses valeurs d'entraide et de solidarité

et donne à tous les personnels de l'Éducation, de la Recherche et de la Culture la possibilité de réaliser leurs projets dans les meilleures conditions.
Partager avec vous une relation de confiance, à la CASDEN c'est une priorité.

Contactez votre Chargée de Relation Enseignement Supérieur et Recherche

Pour votre région, coordonnées disponibles sur
www.casden.fr

casden



BANQUE POPULAIRE

CASDEN, la banque coopérative de l'éducation, de la recherche et de la culture

Groupe **POUR LA SCIENCE**

Directrice de la rédaction : Françoise Pétry

Pour la Science

Rédacteur en chef : Maurice Mashaal

Rédacteurs : François Savatier, Marie-Neige Cordonnier,
Philippe Ribeau-Gésippe, Guillaume Jacquemont, Sean Bailly

Dossiers Pour la Science

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin

Cerveau & Psycho

Rédactrice en chef : Françoise Pétry

Rédacteur : Sébastien Bohler

L'Essentiel Cerveau & Psycho

Rédactrice : Bénédicte Salthun-Lassalle

Directrice artistique : Céline Lapert

Secrétariat de rédaction/Maquette : Annie Tacquenet,
Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe assisté de Yoan Bassinet

Marketing : Élise Abib

Direction financière : Anne Gusdorf

Direction du personnel : Marc Laumet

Fabrication : Jérôme Jalabert assisté de Marianne Sigogne

Presse et communication : Susan Mackie

Directrice de la publication et Gérante : Sylvie Marcé

Conseillers scientifiques : Philippe Boulanger et Hervé This

Ont également participé à ce numéro : David Boilley, Gilles Cambonie, Yves Dauvilliers, Vincent Delourmel, Alain Finkel, Alain Gestreau, Stéphanie Girardclos, Pierre Kuhn, Dominique Langin, Alain Lieury, Jérémie Mattout, Christian Naulin, Bernard Schmitt, Nicole Scotto di Carlo, Olivier Sorlin, Christelle Stodel, Thierry Stoecklin, Daniel Tacquenet, Pascal Tassy, Sophie Tempere, Jérôme Weiss

PUBLICITÉ France

Directeur de la Publicité : Jean-François Guillotin

[jf.guillotin@pourlascience.fr]

Tél. : 01 55 42 84 28 ou 01 55 42 84 97 • Fax : 01 43 25 18 29

SERVICE ABONNEMENTS

Ginette Bouffaré. Tél. : 01 55 42 84 04

Espace abonnements :

http://tinyurl.com/abonnements-pourlascience

Adresse e-mail : abonnements@pourlascience.fr

Adresse postale :

Service des abonnements - 8 rue Férou - 75278 Paris cedex 06

Commande de livres ou de magazines :

0805 655 255 (numéro vert)

DIFFUSION DE POUR LA SCIENCE

Contact kiosques : À juste titres ; Benjamin Boutonnet

Tel. : 04 88 15 12 41

Canada : Edipresse : 945, avenue Beaumont, Montréal,
Québec, H3N 1W3 Canada.

Suisse : Servidis : Chemin des châlets, 1979 Chavannes - 2 - Bogis
Belgique : La Caravelle : 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles.
Autres pays : Éditions Belin : 8, rue Férou - 75278 Paris Cedex 06.

SCIENTIFIC AMERICAN Editor in chief: Mariette DiChristina. Editors: Ricky Rusting, Philip Yam, Gary Stix, Davide Castelvecchi, Graham Collins, Mark Fischetti, Steve Mirsky, Michael Moyer, George Musser, Christine Soares, Kate Wong. President: Steven Inchcoombe. Vice President: Frances Newburg.

Toutes demandes d'autorisation de reproduction, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue « Pour la Science », dans la revue « Scientific American », dans les livres édités par « Pour la Science » doivent être adressées par écrit à « Pour la Science S.A.R.L. », 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© **Pour la Science S.A.R.L.** Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial « Scientific American » sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à « Pour la Science S.A.R.L. ». En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins - 75006 Paris).



Quelle humanité pour demain ?

Personne ne voudrait de la société que l'écrivain britannique Aldous Huxley a décrit dans son roman *Le meilleur des mondes* (1932). La génétique y a progressé au point que la reproduction des êtres humains ne se fait plus que dans des éprouvettes. On maîtrise suffisamment le développement de l'embryon pour ajouter dans le milieu où il est élaboré des substances qui orientent infailliblement son devenir social. Les enfants sont conditionnés pendant leur sommeil. Tous les individus sont « heureux », et si l'euphorie vient à faiblir, une substance, le « soma », la fait instantanément réapparaître. Amour et émotions sont prohibés...

Comme souvent, les romans de science-fiction poussent le trait, mais certaines de leurs « prédictions » apparaissent *a posteriori* comme des anticipations. À ceci près que les innovations d'aujourd'hui ne visent pas à asservir l'être humain, mais à l'aider. Ainsi, les techniques d'assistance médicale à la procréation offrent aux couples stériles la

Et si nous cultivions mieux notre jardin ?

possibilité de devenir parents. Des prothèses commandées par le cerveau devraient permettre à des personnes amputées de remarcher. Des généticiens parviennent à modifier « facilement » l'identité d'une cellule, ouvrant la voie à des techniques de réparation de tissus lésés. Ces travaux, publiés en 2006, ont été récompensés par le prix Nobel de médecine 2012 avec une rapidité qui souligne les espoirs thérapeutiques sous-jacents à la découverte.

Ne nous leurrions pas. Tout ne va pas pour le mieux dans le meilleur des mondes, pour paraphraser le *Candide* de Voltaire. Ainsi, les molécules supposées améliorer les performances cognitives sont sans effet sur le cerveau sain. Plusieurs des nouvelles techniques envisagées soulèvent des questions éthiques. Par ailleurs, leur accès au plus grand nombre reste un enjeu essentiel : elles ne devront pas creuser de fossés entre ceux qui en bénéficieront et les autres. Il faudra également veiller à ce qu'elles ne renforcent pas l'isolement des individus, dont certains vivent déjà dans un monde quasi virtuel.

Et si, à l'image de *Candide*, nous cultivions mieux notre jardin ? L'espoir d'un homme augmenté – l'homme 2.0 – est dans les esprits. N'en négligeons pas pour autant sa version 1.0, l'homme d'aujourd'hui, social, doué d'émotions, de créativité, de joie de vivre, d'aspiration à se cultiver, apprendre, découvrir, aimer, partager, rêver...

1 **ÉDITO**4 **BLOC-NOTES***Didier Nordon***Actualités**6 **Lutter contre l'inflammation chronique de l'intestin**8 **Le long périple d'une météorite martienne**9 **Onde, particule ou entre les deux**12 **Pourquoi l'atmosphère manque de xénon**

... et bien d'autres sujets.

Opinions16 **POINT DE VUE****Le tout-anglais, une doctrine obsolète***Michaël Oustinoff*17 **DÉVELOPPEMENT DURABLE****Alimentation durable : agir du champ à l'assiette***Catherine Esnouf*20 **VRAI OU FAUX****Être ébloui par les phares d'une voiture, est-ce une fatalité ?***Laurent Laloum*

L'homme 2.0

L'être humain réparé, transformé, augmenté...
Jusqu'où ?

22 **BIOLOGIE**
Aux limites de l'être humain
*François Savatier*28 **PHILOSOPHIE**
De l'humain au transhumain
*Jean-Michel Besnier*36 **SCIENCE ET SOCIÉTÉ**
Les records sportifs auront-ils une fin ?
*G. Berthelot, A. Sedeaud, M. Guillaume et J.-F. Toussaint*44 **ÉPISTÉMOLOGIE**
Les limites de la connaissance
*Hervé Zwirn*52 **SOCIOLOGIE**
L'homme en réseau et les sociabilités distantes
*Nicolas Auray*58 **MÉDECINE**
Vivre dans l'espace
Nathalie Pattyn et Pierre-François Migeotte

66 MÉDECINE Quelle procréation pour demain ?

Pierre Jouannet

74 MÉDECINE Prématurité : une nouvelle génération d'enfants

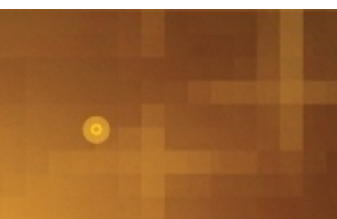
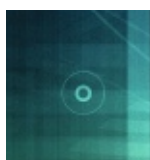
Hugo Lagercrantz

82 BIOLOGIE CELLULAIRE Des cellules souches pour réparer et régénérer les tissus ?

Laure Coulombel

90 NEUROSCIENCES Les prothèses pilotées par la pensée

Miguel Nicolelis



98 NEUROSCIENCES Augmenter les performances du cerveau : un leurre ?

Hervé Chneiweiss

106 NEUROSCIENCES La conscience : comment la déceler ?

Olivia Gosseries et Steven Laureys

114 BIOLOGIE MOLÉCULAIRE Toujours jeunes ?

Miroslav Radman

Ce numéro comporte deux encarts d'abonnement *Pour la Science* « Offre spéciale Noël »
brochés sur la totalité du tirage, une offre « Numéro spécial » en p. 105
et une sélection de beaux livres en p. 120.

Illustration de couverture : © Ken Brown

Regards

122 HISTOIRE DES SCIENCES

Wegener, le Darwin de la géologie

Eric Buffetaut

L'idée d'une dérive des continents,
proposée il y a un siècle, a mis plus
de 40 ans pour s'imposer.

126 LOGIQUE & CALCUL

Être normal ? Pas si facile !

Jean-Paul Delahaye

La notion de normalité, qui porte
sur les chiffres du développement
d'un nombre réel, est née en 1908.
Elle s'est révélée riche.

132 SCIENCE & FICTION

L'homme du futur dans la science-fiction

J.-S. Steyer et R. Lehoucq

134 ART & SCIENCE

L'art abstrait, une question de bon sens

Loïc Mangin

136 IDÉES DE PHYSIQUE

Les brouillards de mélange

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

140 SCIENCE & GASTRONOMIE

Inventons de nouveaux gels

Hervé This

142 À LIRE

Rendez-vous sur

POUR LA
SCIENCE.fr

Le site de référence
de l'actualité scientifique internationale

■ Toutes les sciences en un clic

- Des actualités quotidiennes
- Des articles en libre accès
- Votre magazine numérique en ligne*
- Plus de 8 ans d'archives*

■ Des services exclusifs

- Les réactions aux articles**
- Des offres d'emploi scientifiques
- Des newsletters**
- Un espace abonnement

* Service payant. Si vous êtes abonné(e), les numéros compris dans votre abonnement sont offerts.
** En créant votre compte.

→ ODE À L'INUTILE

Le grand public, paraît-il, n'a pas encore assimilé les conceptions apportées par les révolutions scientifiques – Einstein, Newton et même Copernic. Cela ne prouve pas qu'il soit spécialement fermé aux sciences. Il existe une leçon de vie, bien plus ancienne que Copernic et bien plus immédiate à vérifier, qu'il n'a pas retenue non plus, celle de Zhuang Zi (ou Tchouang-tseu) : « Les gens comprennent tous l'utilité de ce qui est utile, mais ils ignorent l'utilité de l'inutile. »

Le sel de la vie n'est pas tant dans les moments où l'on remplit une fonction, que dans ceux, petits ou grands, qui ne servent à rien sinon à être des moments de la vie. Socrate pensait sans doute ainsi, lui qui apprenait un air de flûte la veille du jour où il devait boire la ciguë. « À quoi ça te sert ? », lui demanda-t-on. « À savoir cet air avant de mourir », répondit-il. Voltaire n'était pas loin de la même idée, sur un mode annonçant le consumérisme, lorsqu'il écrivait : « Le superflu, chose très nécessaire. »

Si éminents, si convaincants, soient les auteurs ayant montré qu'on se trompe quand on prend l'utilité pour une valeur suprême, la question « À quoi ça sert ? » revient comme une ritournelle presque toujours accusatrice. La remarque de Zhuang Zi, vieille de 25 siècles et facile à comprendre, reste incomprise. Pourquoi les difficiles changements de perspective induits par les révolutions scientifiques devraient-ils cheminer plus vite dans les esprits ?



→ AVEC OU SANS SUR ?

L'homme ordinaire écrit sur papier ou sur ordinateur. Les universitaires littéraires écrivent sur Cicéron ou sur la monnaie mycénienne.

L'homme ordinaire travaille son anglais ou son piano. Les chercheurs scientifiques travaillent sur les nombres premiers ou sur le boson de Higgs.

Bref, scientifiques ou littéraires, les chercheurs se distinguent de l'homme ordinaire par un idiotisme : leur usage très particulier de la préposition *sur* !

→ WALL STREET, NOUS VOILÀ !

« Nous allons dans le mur ! », s'exclament à tout propos nos hommes politiques. Mais, depuis le temps qu'ils annoncent cette catastrophe, nous ne nous sommes toujours pas fracassés. Problème.

Ils disent « le » mur, non « un » mur. Ils songent donc tous au même. Le Mur des Lamentations ? La Muraille de Chine ? Il n'y a aucune raison. Non, ils songent à un mur bien plus connu, sur lequel ils ont les yeux rivés, eux comme le monde entier : celui qui a donné son nom, à New York, à une certaine « rue du mur », Wall Street.

Ce mur ayant été détruit en 1699, on peut sans danger foncer vers lui. Mieux, même, il fait rêver : les instituts de langues promettent de nous enseigner « l'anglais de Wall Street » ; nombre de gens aimeraient dicter leur loi à la planète comme les financiers de Wall Street, etc. Sans doute, donc, avais-je fait un contre-sens. Une mesure qui nous fait aller dans « le » mur nous rapproche symboliquement de Wall Street, c'est-à-dire va nous faire obtenir un peu du pouvoir mythique qu'ont ses traders. Bref, c'est une mesure judicieuse.

Je vais réécouter les déclarations des hommes politiques en donnant ce sens à l'expression « aller dans le mur ». Peut-être leur découvrirai-je une pertinence qui m'avait échappé.



→ COMMENT SE SOUVENIR ?

Chateaubriand, après la Terreur, disait sa crainte qu'un « monument élevé dans le but d'imprimer l'effroi des excès populaires donnât le désir de les imiter : le mal tente plus que le bien ; voulant perpétuer la douleur, on en fait souvent perpétuer l'exemple. Les siècles [...] ont assez de sujet présent de pleurer sans se charger de verser encore des larmes héréditaires » (*Mémoires d'outre-tombe*). Cette observation déstabilise trop pour que nous nous résolvions à la prendre en compte. Nous voulons croire en l'éducation comme en un rempart contre la barbarie. Nous ne voulons pas voir le dilemme devant lequel nous sommes : ne pas honorer les victimes de l'histoire serait insulter leur mémoire et leurs souffrances ; mais commémorer leur martyre risque de lasser, de faire naître l'indifférence, voire de susciter de l'émulation chez les bourreaux.

Il est difficile de ne pas éprouver un malaise devant le flot d'ouvrages que le nazisme suscite. Les auteurs, en cherchant à comprendre comment cette horreur a pu s'installer, pensent-ils aider à ce qu'aucune horreur ne puisse se réinstaller ? Pas plus aujourd'hui qu'au temps de Chateaubriand, la marche du monde n'apporte de crédibilité à un tel projet. Il serait plus rassurant de voir les auteurs se passionner pour un épisode (s'il y en a eu...) pendant lequel des hommes ont vécu en paix, sans exploiter les uns les autres ni asservir la justice. Sans doute, l'espoir de trouver un

moyen de faire renaître cet heureux état, à force de multiplier les analyses de sa genèse, serait-il illusoire. Mais l'espoir de conjurer l'horreur est aussi illusoire, et une fascination ne s'exprime-t-elle pas dans une description surabondante de celle-ci ?

→ TECHNIQUE D'ÉCRITURE

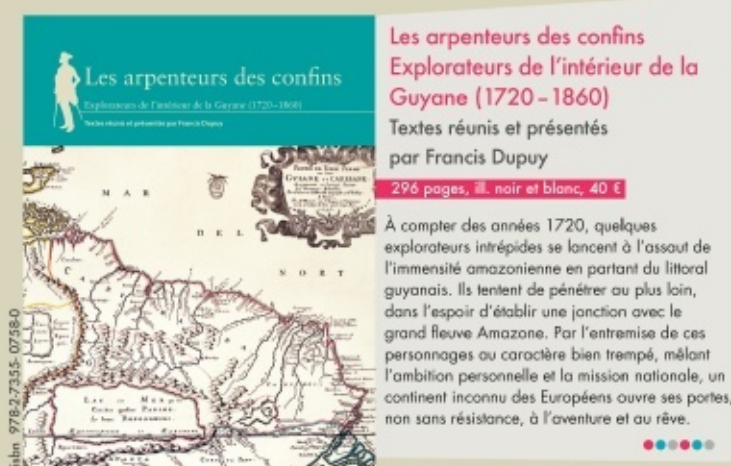
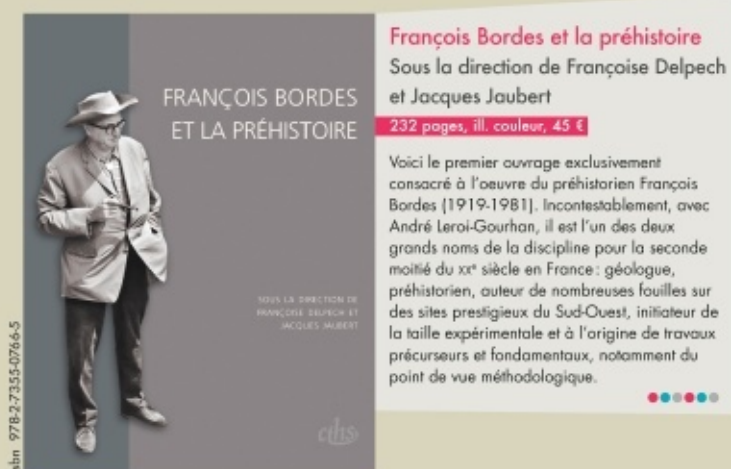
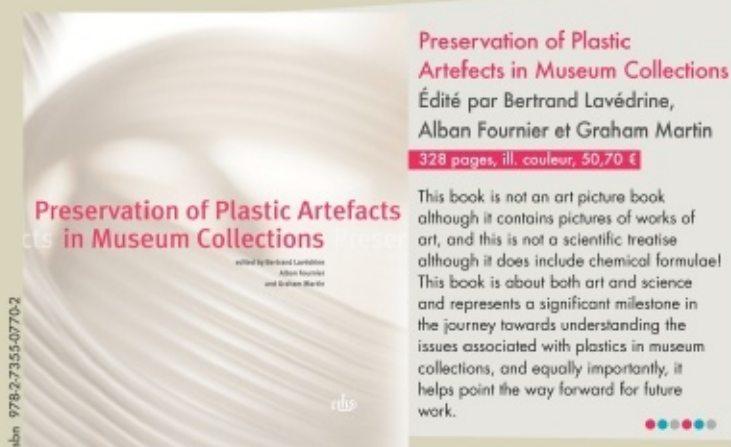
L'écriture est un procédé inventé, elle augmente un pouvoir d'action (celui de communiquer), elle accroît la maîtrise sur le monde. Bref, elle est une technique. Cependant, l'école s'y est si intimement adaptée qu'elle en est venue à la voir non comme un véhicule de savoir et de culture, mais comme le savoir et la culture mêmes. Nous sommes tous enclins à la même erreur ; l'écriture est, me semble-t-il, la seule technique que nous utilisons sans la percevoir comme telle.

Apparemment, le geste d'enseigner est antérieur à l'écriture. En ce cas, la question de la place qu'il convenait de donner dans l'enseignement à cette technique nouvelle a dû se poser un jour. Le débat sur le rôle que l'ordinateur doit jouer en classe est peut-être moins neuf que nous ne croyons. Qui sait s'il n'est pas la simple actualisation du débat qui, voilà quelques milliers d'années, a opposé les modernistes, promettant qu'un manuel écrit ferait merveille pour aider les jeunes à apprendre à tailler les silex, et les traditionalistes, convaincus qu'introduire l'écriture dans les ateliers signifierait une dégradation catastrophique de l'enseignement...



Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

la plus importante collection d'instruments de travail pour la recherche en sciences humaines

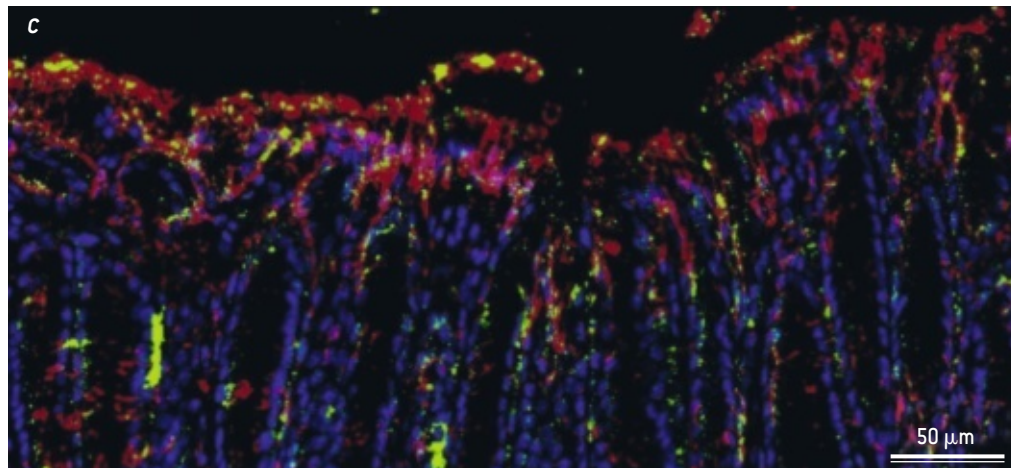
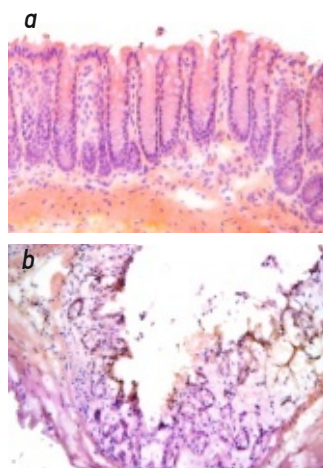


* ventes@cths.fr * vente en librairie ou sur notre site : www.cths.fr * Distribution SODIS *

Biomédecine

Une bactérie pour lutter contre l'inflammation chronique de l'intestin

Des biologistes ont protégé des souris contre cette pathologie en libérant dans leur intestin, grâce à une bactérie, une protéine humaine aux propriétés anti-inflammatoires.



Jean-Paul Motta & Céline Deraison, INSERM

Traité à l'élafine, une protéine humaine, le côlon d'une souris soumise à une inflammation chronique de l'intestin présente des microvillosités régulières (a, ici une coupe colorée à l'hématoxyline et à l'éosine). Non traité, il se désorganise complètement (b). L'élafine est administrée via des bactéries génétiquement modifiées. En quatre heures, les bactéries avalées par une souris se retrouvent à la surface de l'intestin, où elles expriment l'élafine (c, en vert), qui diffuse dans les muqueuses (en rouge, les cellules épithéliales qui tapissent l'intestin et, en bleu, les noyaux cellulaires).

Des yaourts thérapeutiques qui protégeraient l'organisme contre les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin, telles que la maladie de Crohn et la rectocolite hémorragique : voilà ce qu'ont imaginé Nathalie Vergnolle, du Centre de physiopathologie de Toulouse Purpan (INSERM/Université Toulouse III – Paul Sabatier/CNRS), Philippe Langella, de l'Institut Micalis (INRA/AgroParisTech), et leurs collègues, en collaboration avec l'Institut Pasteur.

Les biologistes ont déjà franchi une première étape considérable dans ce sens : d'une part, ils ont modifié génétiquement des bactéries alimentaires utilisées dans les produits laitiers pour qu'elles produisent une protéine anti-inflammatoire de l'intestin humain, l'élafine ; d'autre part, ils ont montré que ces bactéries diminuent les symptômes sur des souris et des lignées de cellules intestinales humaines en culture.

En France, près de 200 000 personnes souffrent de maladies inflammatoires chroniques de l'intestin, et leur nombre augmente

chaque année. Les crises se manifestent par des douleurs abdominales, des diarrhées fréquentes, parfois sanglantes, et des ulcérations. Les traitements actuels sont souvent insuffisants : les anti-inflammatoires non stéroïdiens ne soulagent que les cas modérés ; quant aux molécules utilisées lors de crises importantes – des glucocorticoïdes ou des anticorps qui bloquent l'activité de la cytokine TNF, impliquée dans la réponse inflammatoire –, elles ont des effets secondaires importants et 20 à 40 pour cent des patients y sont résistants. La dernière issue est l'ablation de la portion d'intestin atteinte.

Produite dans l'intestin humain, l'élafine participe à la protection de celui-ci contre les agressions inflammatoires. Toutefois, les individus atteints d'inflammation chronique de l'intestin n'expriment plus cette protéine. Une nouvelle source suffirait-elle à protéger leurs intestins ? Pour le savoir, les biologistes ont introduit le gène de l'élafine dans des bactéries *Lactococcus lactis* et *Lactobacillus casei*, utilisées dans la

fabrication de produits laitiers, et ont administré oralement ces bactéries à des souris soumises à une inflammation chronique de l'intestin. Non seulement l'élafine était bien sécrétée dans l'intestin des souris, mais elle les protégeait de l'inflammation.

Aucun effet secondaire n'a été observé chez la souris, et les biologistes ont bon espoir qu'il en soit de même chez l'homme. « L'élafine est un inhibiteur de protéases à spectre étroit, et est, de plus, déversée après l'estomac ; elle ne devrait donc pas perturber la digestion. Sans compter que l'élafine a déjà été administrée à l'homme en intraveineuse sans effet secondaire, explique Nathalie Vergnolle. Quant aux bactéries lactiques, elles sont couramment utilisées dans des yaourts et des fromages sans effet secondaire observé. » Une compagnie américaine de biotechnologies a déjà racheté le brevet déposé par l'équipe et prépare les essais cliniques.

→ Marie-Neige Cordonnier

J.-P. Motta et al., *Science Translational Medicine*, vol. 4, 158ra144, 31 octobre 2012

Zoologie

Un bélouga qui parle



CampCrazy Photography/shutterstock.com

Dans le delphinarium de la Fondation américaine pour les mammifères marins à San Diego, un plongeur est en train d'intervenir en bassin quand il entend « Out, out, out ! » (dehors en anglais). Il rejoint d'urgence la surface, mais constate que personne ne peut l'avoir appelé. Personne ? Personne, sauf... Noc, la baleine blanche. Depuis, Sam Ridgway et ses collègues de la Fondation pour les mammifères marins ont analysé les vocalisations de ce bélouga (*Delphinapterus leucas*) et ont conclu qu'il tentait spontanément d'imiter les humains. Ses cris présentent en effet des fréquences fondamentales comprises entre 200 et 300 hertz, avec un maximum d'énergie dans les harmoniques. Ce spectre est très différent de celui des sons émis d'ordinaire par les bélougas, dont les fréquences fondamentales se situent plusieurs octaves plus haut, mais il est typique des sons... humains. En outre, Noc structurait ses sons en groupes séparés de 0,05 à 0,5 seconde et suivant un rythme rappelant celui de la parole humaine. Il semble que le cétacé, témoin de conversations entre dresseurs, ait décidé de les imiter.

→ François Savatier

S. Ridgway et al., *Current Biology*, vol. 22, pp. R860-861, 2012

En bref

UNE EXOPLANÈTE TOUT PRÈS

Les étoiles d'Alpha Centauri, qui forment un système triple distant d'environ 4,3 années-lumière, sont nos plus proches voisines. Une équipe d'astronomes européens a détecté une planète autour d'une de ces étoiles par la méthode dite des vitesses radiales. À peine plus massive que la Terre, c'est l'exoplanète la plus légère découverte autour d'une étoile de type solaire. Elle est toutefois trop proche de son astre pour abriter de l'eau liquide, et donc la vie.

LED À LUCIOLE

Des LED plus puissantes inspirées des lucioles : c'est ce que propose une équipe sud-coréenne. Les physiciens ont montré que la couche externe de la lanterne des insectes, constituée de nanostructures linéaires régulières, est un système efficace pour empêcher les réflexions de la lumière vers sa source. Adaptée aux LED, cette géométrie donne de meilleurs résultats que les lentilles actuelles et des résultats comparables aux traitements antireflets par couches minces, avec un coût de fabrication moindre.

LE POIDS DE L'ÂGE

Les personnes âgées ont souvent l'impression de soulever des poids plus lourds qu'ils ne sont en réalité. Jessica Holmin et Farley Norman, aux États-Unis, ont montré qu'elles surestiment toujours le rapport entre le poids de deux objets, contrairement aux personnes plus jeunes (moins de 31 ans). Peut-être parce que les régions cérébrales du lobe pariétal impliquées dans la perception du poids dégénèrent précocement avec l'âge...

Préhistoire

Un mammoth à Changis-sur-Marne

Le troisième squelette quasi complet de mammoth trouvé en France depuis 150 ans vient d'être découvert à Changis-sur-Marne par l'équipe de Gregory Bayle, de l'INRAP. Piégé dans une ancienne berge de la Marne, l'animal semble avoir été exploité par les Néandertaliens.

Il s'agit sans doute d'un mammoth à poil laineux. D'environ trois mètres au garrot, l'animal a pu peser jusqu'à cinq tonnes. Il vivait manifestement dans un environnement comparable à la Sibérie actuelle, qu'avait créé dans le Nord de la France le climat plus clément d'une phase interglaciaire.

Sans doute habitué à fouler des berges gelées, donc fermes, pour aller boire, le mammoth aurait été victime d'un regain de température qui aurait ramolli le sol. Une fois enfoncé jusqu'au garrot dans la vase, il est mort d'épuisement. Sa carcasse s'est décomposée, puis ses ossements ont été recouverts par les fins sédiments qu'apportait, en périodes de hautes eaux, le très lent flux vaseux du méandre de la Marne à cet endroit. Quand



Denis Glikman, INRAP

Le squelette du mammoth découvert est presque complet. Il date d'au moins 130 000 ans.

s'est produit ce drame ? Pour le moment, il est seulement possible de dire que la strate où a été retrouvé le mammoth date d'au moins 130 000 ans.

Le climat plus clément, qui permettait à des troupeaux de mammoths de vivre dans le Nord de la France, était aussi favorable aux Néandertaliens, dont on sait qu'ils exploitaient beaucoup ces animaux. Rien n'indique qu'ils aient eu besoin d'abattre celui de Changis-sur-

Marne. Deux éclats de silex à bords tranchants ont été retrouvés au contact immédiat de certains os. Cela suggère que ces hominidés sont juste venus profiter de l'aubaine que représentait cette importante réserve de viande et d'autres ressources, tels les tendons... L'étude détaillée des ossements permettra peut-être d'obtenir des indices sur ce que ces Néandertaliens ont plus particulièrement exploité.

→ F.S.

Planétologie

Le long périple d'une météorite martienne

La météorite tombée en juillet 2011 près de Tissint, dans le désert sud-marocain, et dont environ 17 kilogrammes de fragments ont été retrouvés l'hiver dernier, est une aubaine pour les géologues. Contrairement à la plupart des météorites, elle n'a pas été altérée par un long séjour sur Terre. En outre, il s'agit d'une « shergottite picritique », une roche magmatique caractéristique... de la planète Mars ! En analysant la structure et la composition de divers fragments, un consortium international dirigé par Hasnaa Chennaoui-Aoudjehane, de l'Uni-

versité Hassan II à Casablanca, au Maroc, et professeur associé à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris), a retracé le scénario de formation de cette météorite.

La météorite est constituée de macrocristaux d'olivine enveloppés dans une matrice de minéraux plus fins. La roche est fracturée et certains interstices en forme de poches et de fissures sont comblés par un verre noir constellé de bulles et contenant des traces de fluor et de soufre.

Sur Mars, des fluides aqueux acides auraient usé une roche magmatique remontée à la surface du sol. Lessivés de la roche,

certains éléments tels que le fluor et le soufre se seraient déposés dans les fissures. Il y a environ 700 000 ans, des fragments de la roche auraient été éjectés de Mars lors de la chute d'un corps étranger. Sous la chaleur produite par l'impact, la roche aurait fondu préférentiellement le long des fissures, produisant des veines de verre noir contenant les éléments qui avaient été déposés par les fluides. La fonte brutale aurait aussi emprisonné, dans de petites bulles, de l'atmosphère martienne.

En juillet 2011, la météorite arrivait sur Terre... Un nouvel indice en faveur de la présence



Le plus gros fragment connu à ce jour de la météorite de Tissint a une masse de 1,1 kilogramme. Il est recouvert d'une croûte de fusion noire.

passée d'eau sur Mars, qui s'ajoute aux photographies récemment envoyées par le robot *Curiosity* d'une région qui pourrait être le lit d'un ancien cours d'eau ?

→ M.-N. C.

H. Chennaoui-Aoudjehane et al., *Scienceexpress*, 11 octobre 2012

IL Y A 2 830 À 2 846 ANS : c'est la date à laquelle l'homme a commencé à coloniser la Polynésie, d'après l'analyse de restes coralliens.

D. Burley et al., *PLoS ONE*, vol. 7(11), e48769, 2012

Imagerie médicale

Dépister le cancer du sein au scanner ?

Quelques clichés de radiographie du sein – une mammographie – constituent le principal moyen de dépistage du cancer du sein. Une technique aussi routinière mais plus efficace est-elle

à l'horizon ? On peut le penser : une équipe de chercheurs de l'Université de Californie à Los Angeles, de l'ESRF (le synchrotron européen, situé à Grenoble) et de l'Université Ludwig Maximilians, en Alle-

magne, a réalisé une tomographie (image 3D reconstruite à partir d'une série d'images 2D) mammaire avec une dose de rayonnement 25 fois inférieure à celle qu'infligerait un scanner X d'hôpital, et ce avec une résolution meilleure que 0,1 millimètre.

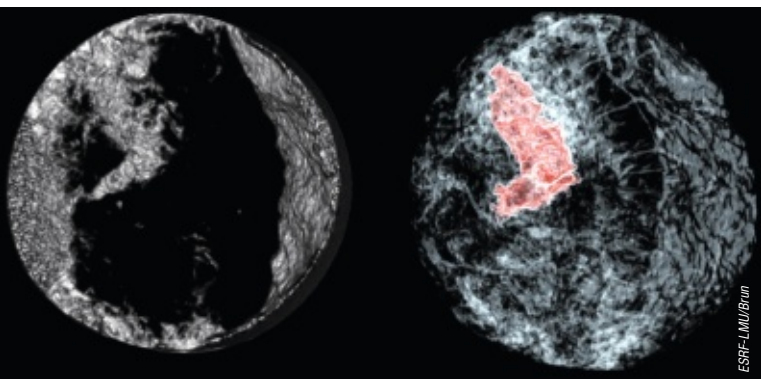
La dose de rayonnement a été réduite grâce à trois principales améliorations. D'abord, Paola Coan, Jianwei Miao, Alberto Bravin et leurs collègues ont utilisé des rayons X de plus haute énergie (60 kiloélectronvolts), moins absorbés par les tissus. Ensuite, l'imagerie habituelle, fondée sur les différences d'absorption des rayons par les tissus biologiques, a été remplacée par une technique d'imagerie par contraste de phase, où l'on exploite le déphasage que subissent les rayons X en traversant les différents tissus. Enfin, la

reconstruction 3D a été réalisée à l'aide d'un algorithme récent, nommé EST (*Equally Sloped Tomography*), qui nécessite quatre fois moins de rayonnement à qualité d'image égale.

Au total, la dose de rayonnement est inférieure à celle requise pour une mammographie ordinaire à double vue. Moins de rayonnement, une résolution supérieure, un meilleur contraste et une vue tridimensionnelle : les avantages sur la mammographie classique sont évidents. Toutefois, la technique doit encore mûrir. En particulier, l'imagerie X par contraste de phase nécessite un faisceau X de longueur d'onde très bien définie – ce que fournit le grand synchrotron ESRF, mais pas encore les sources compactes de rayons X.

→ Maurice Mashaal

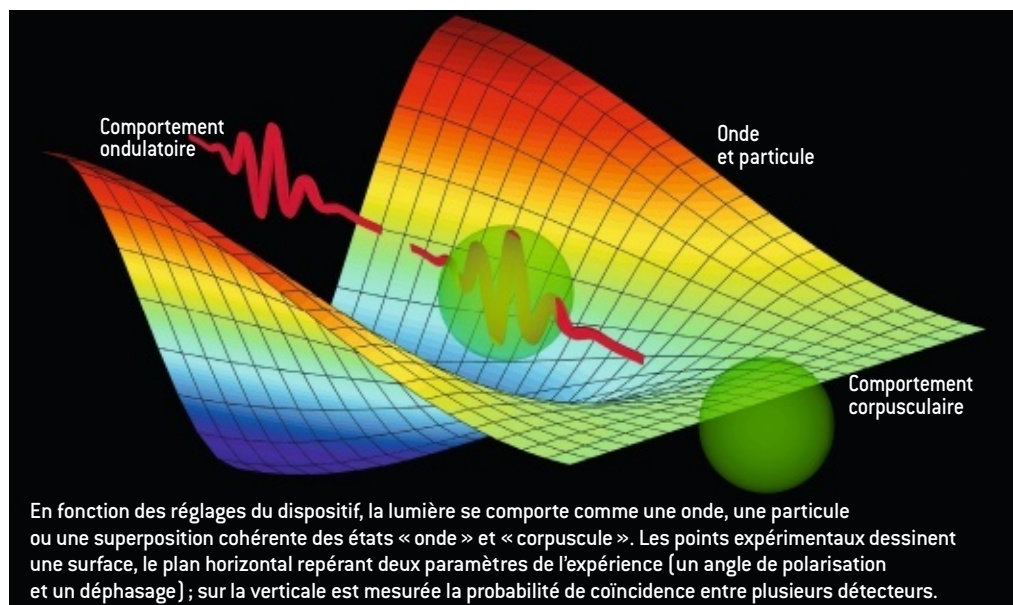
Y. Zhao et al., *PNAS*, en ligne, 22 octobre 2012



Comparaison entre l'image d'un sein au scanner X classique (à gauche) et celle du même sein obtenue par la nouvelle technique (à droite, avec la tumeur soulignée en rose). Les doses de rayonnement absorbées par l'échantillon sont respectivement de 49 et 2 milligrays.

Physique

Onde, particule ou entre les deux



En 1924, le physicien français Louis de Broglie découvrait la dualité onde-corpuscule : tout objet a des propriétés à la fois ondulatoires et corpusculaires. Puis, en 1927, le physicien danois Niels Bohr proposait le principe de complémentarité : plus un objet quantique se comporte comme une onde, moins il se comporte en corpuscule, selon l'expérience à laquelle l'objet est soumis. La lumière se comporte ainsi tantôt comme une onde, dans les expériences d'interférence par exemple, tantôt comme une particule (le photon), comme dans l'effet photo-électrique. Deux équipes, l'une en France, l'autre en Grande-Bretagne (Jeremy O'Brien, Université de Bristol), ont mis au point des dispositifs permettant d'étudier finement cette complémentarité, et montrent que la lumière peut être dans une combinaison cohérente d'un état corpusculaire et d'un état ondulatoire.

Expliquons l'expérience française, menée par Sébastien Tanzilli du Laboratoire de physique de la matière condensée à Nice (CNRS et Université Nice-Sophia Antipolis), en collaboration avec le Labora-

toire matériaux et phénomènes quantiques à Paris (CNRS et Université Paris Diderot). Elle utilise un interféromètre où la lumière doit traverser deux miroirs semi-réfléchissants avant d'atteindre deux détecteurs placés en sortie. Dans cette configuration dite fermée, la lumière a deux chemins possibles pour parvenir à chaque détecteur. Elle présente alors un comportement ondulatoire : l'onde emprunte les deux chemins à la fois, ce qui se traduit par des interférences sur les détecteurs (la probabilité de détection par chaque appareil dépend de la différence de parcours).

Si l'on retire le second miroir semi-réfléchissant, le dispositif est dans une configuration « ouverte », où il n'y a plus d'interférence : chaque photon arrive sur l'un ou l'autre des détecteurs avec une même probabilité de 50 pour cent, ce qui correspond à un comportement corpusculaire.

L'expérience de l'équipe de S. Tanzilli a consisté à superposer les deux situations, ouverte et fermée. Pour ce faire, les physiciens ont conçu un miroir semi-réfléchissant quantique, qui est pré-

sent si le photon incident a une polarisation verticale, et absent si cette polarisation est horizontale.

Ainsi, une polarisation mixte créerait une superposition quantique des états ouvert et fermé de l'interféromètre, donc une superposition des états corpusculaire et ondulatoire. Pour contrôler la superposition, les physiciens ont utilisé une paire de photons intriqués, système où les propriétés des deux photons restent intimement corrélées l'une à l'autre quelle que soit leur distance. Un photon-test est envoyé dans l'interféromètre tandis que son jumeau est envoyé dans un autre appareil qui en contrôle la polarisation.

En faisant varier la polarisation du photon jumeau, donc celle du photon-test, les physiciens ont fait varier la superposition des états corpusculaire et ondulatoire : ils passent ainsi continuellement d'un comportement purement corpusculaire de la lumière à un comportement purement ondulatoire (la situation étant caractérisée par les corrélations entre plusieurs détecteurs).

→ Sean Bailly

Science, vol. 338, pp. 634-640, 2012

En bref

STRIATUM SOUS INFLUENCE

Le striatum est une aire cérébrale qui régule les mouvements. Il est influencé par diverses régions du cerveau, telles l'aire tegmentale ventrale et la *substantia nigra pars compacta*, via la dopamine, un neurotransmetteur. Des chercheurs américains ont montré que leurs neurones à dopamine relâchent aussi un autre neurotransmetteur, nommé GABA, qui inhibe les neurones du striatum. Cette cotransmission de neurotransmetteurs aidera peut-être à comprendre les troubles moteurs, telle la maladie de Parkinson.

BLEU CONTRE SOMNOLENCE

La lumière bleue, en stimulant les cellules ganglionnaires de la rétine, augmente la vigilance. Des chercheurs français et suédois ont étudié la somnolence de conducteurs soumis à cette lumière ou ayant bu du café ou du café décaféiné (placebo). Les résultats montrent que la lumière bleue permet de garder la même vigilance que le café. Le nombre de franchissements inappropriés des lignes latérales au sol, moins fréquent que dans le cas du placebo, l'indique.

LE POULS DES VOLCANS

En utilisant des images prises par satellite, Estelle Chaussard et Falk Amelung, de l'Université de Miami, ont effectué un suivi de l'ensemble de l'arc volcanique de Sunda, en Indonésie. Sur la période allant de 2006 à 2009, ces chercheurs ont constaté un gonflement du sol autour de six volcans, correspondant au remplissage en magma de réservoirs sous les volcans. Trois de ces volcans sont entrés en éruption depuis. Une méthode prometteuse pour anticiper une éruption !

En bref

PLANÈTE À QUATRE ÉTOILES

Seules six exoplanètes étaient connues pour être en orbite autour d'un système de deux étoiles. Découverte grâce au télescope *Kepler* et au travail d'astronomes amateurs et professionnels, la planète PH1 a une période de révolution de 138 jours autour d'un système binaire formé d'une naine blanche et une naine rouge, tournant l'une autour de l'autre en 20 jours. Deux autres étoiles sont en orbite autour des deux premières à une distance équivalente à 1 000 fois la distance Terre-Soleil. Ainsi, PH1 appartient à un système global en interaction gravitationnelle contenant pas moins de quatre étoiles !

Géosciences

Le tsunami du lac Léman en 563 modélisé

La plupart des raz-de-marée se déroulent sur les côtes maritimes à la suite d'un tremblement de terre. Les lacs ne sont cependant pas à l'abri de ce genre de désastres. Par exemple, en 563, un tsunami sur le lac Léman, déclenché par l'effondrement d'une montagne proche du Rhône, a provoqué des destructions importantes et fait de nombreuses victimes.

Pour comprendre l'origine de cette vague destructrice, Katrina Kremer et ses collègues, de l'Université de Genève, ont analysé les sédiments du fond du lac, en effectuant un sondage de sismique réflexion (des ondes sont créées, se propagent dans le sol et sont réfléchies à l'interface de deux couches géologiques) et des prélèvements de carottes de 7 à 12 mètres de long. L'étude montre qu'il existe dans la partie la plus profonde du lac une couche de turbidite, un dépôt sédimentaire, longue de dix kilomètres, large de cinq et épaisse d'environ cinq mètres.

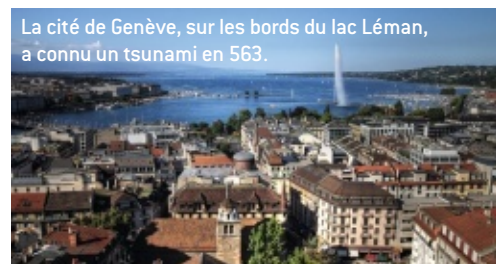
Compte tenu de ce volume de turbidite, K. Kremer et ses collègues ont modélisé numériquement

la propagation et la taille de la vague dans le lac. Celle-ci aurait atteint près de 13 mètres près de Lausanne, située sur la rive Nord, et près de 8 mètres à Genève, à l'autre bout du lac. Le tsunami aurait traversé le lac d'Est en Ouest en près de 70 minutes. Comme l'indiquent les témoignages de l'époque, une telle vague aurait détruit le pont de Genève, des moulins et passé par-dessus les murs de la ville.

→ S. B.

K. Kremer et al., *Nature Geoscience*, en ligne le 28 octobre 2012

La cité de Genève, sur les bords du lac Léman, a connu un tsunami en 563.



Mihai-Bogdan Lazar/Shutterstock.com



Muséum national d'Histoire naturelle

Le stratotype Hettangien

Coordonné par Micheline Hanzo

Le temps du géologue est divisé en étages définis par les fossiles qu'ils contiennent. Afin d'établir des références universelles, certains sites où les couches géologiques correspondant à ces étages affleurent ont été qualifiés de « stratotypes ».

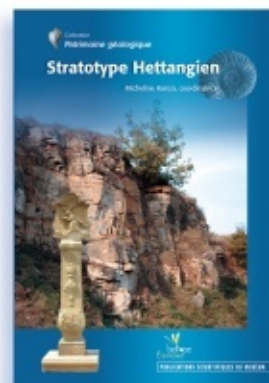
La collection *Patrimoine géologique* a pour objet de publier des synthèses sur chacun des stratotypes situés en France.

Le stratotype de l'Hettangien est donc une référence géologique internationale. Il est de ce fait aussi la célébrité d'Hettange-Grande, localité de Moselle où il a été défini.

Suite à bien des controverses, c'est Eugène Renevier qui, en 1864, en fut l'initiateur, séduit par les travaux de son prédécesseur Olry Terquem, sur des niveaux particulièrement riches en fossiles.

Ce stratotype historique méritait d'être protégé ! Il obtint le statut de Réserve naturelle nationale d'Hettange-Grande en 1985. *Bildstock*, pavés, pierres à four, etc., témoignent de l'exploitation du matériau gréseux du site stratotypique.

Bien documenté, richement illustré, cet ouvrage constitue une synthèse des connaissances acquises sur l'Hettangien au niveau de son stratotype, et de la Lorraine belgo-luxembourgeoise, en évoquant plus brièvement d'autres sites du même âge en France.



317 p. • 232 figs • 35,90 € TTC • format 16,5 x 24 cm
ISBN 978-2-85653-688-9

ouvrage en vente à la librairie des Publications
Scientifiques face à la Grande Galerie de l'Évolution

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DU MUSÉUM

Commandes et renseignements :
Muséum national d'Histoire naturelle
Publications Scientifiques

Case postale 41 • 57 rue Cuvier • 75231 Paris cedex 05
Tél. : 01 40 79 48 05 • Fax : 01 40 79 38 40
diff.pub@mnhn.fr • <http://www.mnhn.fr/pubsci>

Paléontologie

Déguster un tricératops

Certains mets ne se dégustent que selon un rituel particulier. Ainsi, les ortolans s'avalent rôtis, en une seule bouchée. L'amateur averti se couvrirait la tête d'un linge pour ne rien perdre des odeurs et ne recracherait rien... De même, les tyrannosaures respectaient quelques règles pour consommer un tricératops fraîchement abattu. C'est ce qu'a montré le paléontologue Denver Fowler, du Muséum des Rocheuses à Bozeman, dans le Montana.

Son équipe a étudié de nombreux spécimens de tricératops et s'est intéressée à ceux qui présentaient des traces de dents de tyrannosaure. Le plus intrigant était les nombreuses perforations et marques de traction mises au jour sur la collerette des tricératops, des organes pourtant dépourvus de valeur nutritive.

Selon les paléontologues, ces traces témoignent d'une volonté de la part des prédateurs d'accéder aux muscles dodus du cou. Pour ce faire, rien n'est plus efficace qu'une décapitation de la proie.



Blick

Un tricératops

D'autres marques à la base du crâne soutiennent ce scénario.

Les tyrannosaures étaient ainsi des gourmets qui se décarcassaient pour atteindre leur morceau de choix, les sot-l'y-laisse du Crétacé!

→ Loïc Mangin

Journal of Vertebrate Paleontology, sous presse, 2012

Physique nucléaire

Élément 113 : fin de la quête ?

L'uranium, dont le noyau atomique contient 92 protons, est le dernier élément du tableau périodique qui existe à l'état naturel. Les éléments dont les noyaux contiennent davantage de protons sont instables et sont produits artificiellement. Depuis les années 1940, les éléments plus lourds sont créés dans différents laboratoires du monde. En août 2012, une équipe japonaise, du Centre Nishina du RIKEN, a observé une réaction dans laquelle l'élément 113 (noyau à 113 protons) a été produit sans ambiguïté.

En bombardant une mince couche de bismuth (noyaux à 83 protons) avec un faisceau énergétique de zinc (noyaux à 30 protons), les physiciens ont produit, par une réaction de fusion, l'élément 113. Pour valider une telle observation, il faut étudier en détail les produits de la désintégration en cascade du noyau instable en éléments plus légers, qui s'accompagne de l'émission de particules alpha. Après six désintégrations, l'élément 113 produit un noyau de ménélevium bien connu. Si la découverte est homologuée, l'équipe japonaise aura le privilège de nommer le nouvel élément. Le nom de japonais est évoqué; il s'agirait du premier noyau lourd découvert en Asie de l'Est.

→ S. B.

K. Morita et al., Journal of the Physical Society of Japan, vol. 81, 103201, 2012

Chimie

La chimie ultrafroide dopée par des effets quantiques

Près du zéro absolu, le monde n'est pas aussi figé qu'on ne le pense. Les atomes peuvent réagir et former des états liés. À ces températures, des effets quantiques tels que des résonances deviennent visibles. Ces effets purement quantiques ne sont pas prévus par la mécanique classique et peuvent augmenter la réactivité. Une équipe en Israël les a mis en évidence pour une réaction d'ionisation.

Pour révéler de tels phénomènes, plusieurs équipes ont conçu des dispositifs permettant de réduire l'énergie de collision entre molécules, ce qui équivaut à réduire la température. L'équipe de Michel Costes, de l'Institut des sciences moléculaires de l'Université de Bordeaux et du CNRS, a utilisé deux jets de molécules à basse température qui se croisent. La vitesse relative des molécules des deux faisceaux définit la température de collision. En juillet dernier, M. Costes et ses collègues ont observé pour la première fois des résonances compatibles avec les modèles, dans des collisions de faisceaux à environ trois kelvins.

Pour réduire encore la température de collision, l'idée de l'équipe de Edvardas Narevicius, de l'Institut Weizmann en Israël, a été de faire fusionner deux fais-

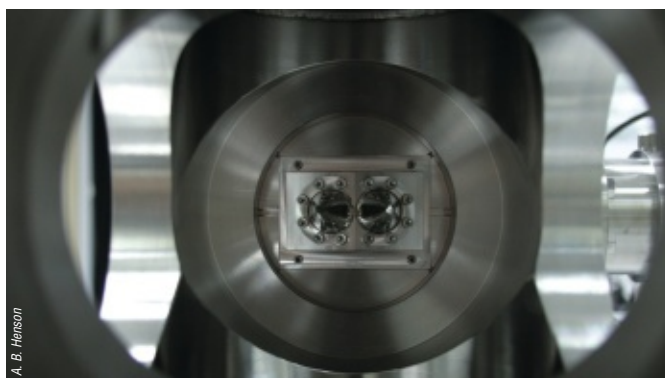
ceaux moléculaires arrivant parallèles l'un à l'autre, de façon que la vitesse relative des molécules soit nulle. Pour ce faire, un premier faisceau est émis sur une trajectoire rectiligne tandis que le second est progressivement dévié, à l'aide de champs magnétiques appropriés, pour fusionner avec le premier.

L'équipe israélienne s'est concentrée sur un type de réaction : l'ionisation de Penning. Lors d'une collision entre un atome neutre excité et un autre atome neutre dans son état fondamental, l'énergie d'excitation du premier sert à ioniser le second. Pour une température de collision supérieure à dix kelvins, les chercheurs ont retrouvé un comportement compatible avec la chimie classique. À des températures inférieures et jusqu'à dix millikelvins, ils ont observé des résonances, donc la formation d'états liés qui conduisent à la réaction d'ionisation de Penning.

Ces dispositifs de très basse température permettront d'étudier des réactions chimiques qui, notamment, pourraient jouer un rôle dans les nuages moléculaires du milieu interstellaire.

→ S. B.

S. Chefdeville et al., Phys. Rev. Lett., vol. 109, 023201, 2012; A. B. Henson et al., Science, vol. 338, pp. 234-238, 2012



A. B. Henson

Vue de face du dispositif par lequel les deux faisceaux de particules fusionnent.

En bref

TESTOSTÉRONE ET SINCÉRITÉ

Et si l'hormone de l'agressivité était aussi celle de la sincérité, du moins chez les hommes ? Armin Falk, de l'Université de Bonn, et des collègues ont élaboré un gel dermique riche en testostérone. Ils ont ensuite invité 91 hommes à jouer aux dés seuls dans des cabines et à reporter, sans témoins, les résultats de leurs tirages qui, s'ils étaient gagnants, étaient rémunérés. Les 45 hommes dont le niveau de testostérone a été augmenté par application du gel ont moins triché...

DES POISSONS JARDINIERS

Les coraux sont souvent envahis par des algues qui peuvent les étouffer. Danielle Dixon et Mark Hay, de l'Institut de technologie de Géorgie, ont montré que face à cette menace, ceux de l'espèce *Acropora nasuta* émettent une substance à laquelle sont sensibles les poissons gobies. En quelques minutes, ces poissons se rapprochent de la zone infestée et broutent les algues. Les poissons ingèrent une toxine de l'algue, qui les rend encore plus toxiques et leur sert de protection contre des prédateurs.



© Vinodh Sridharan/istock.com

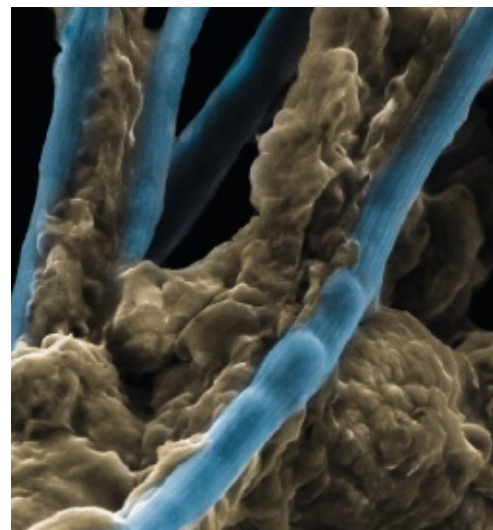
À ses débuts, la Terre était probablement une boule de magma en fusion. Très peu de xénon s'y serait dissous, ce qui expliquerait sa faible abondance aujourd'hui.

Microbiologie

Un réseau électrique bactérien

Dans la baie d'Aarhus au Danemark, l'élément clef concernant des réactions chimiques énigmatiques vient d'être découvert. Dans les sédiments marins, à une profondeur d'un centimètre, on observait l'oxydation de sulfures alors que ce milieu est dépourvu d'oxygène. Comment ces réactions, qui nécessitent un échange d'électrons, se produisaient-elles ?

Nils Risgaard-Petersen, du Centre de géomicrobiologie à Aarhus, et ses collègues danois et américains ont d'abord établi qu'un courant électrique circule entre les sulfures au sein des sédiments et la surface de ces derniers, où de l'oxygène est présent. Plus étonnant, ils viennent de montrer que le transfert des électrons est assuré par des bactéries qui forment des filaments sur près d'un centimètre de long. Chaque filament bactérien, dont l'épaisseur est comprise entre 0,4 et 0,7 micromètre, comporte une quinzaine de stries conductrices sur toute sa longueur, le tout recouvert d'une membrane qui isole ces conducteurs de l'extérieur. Le réseau électrique constitué par ces micro-organismes de la famille des *Desulfobulbaceae* est très dense : il atteint une longueur cumulée de plusieurs dizaines de milliers de kilomètres par mètre carré de fond marin.



Jie Song et Nils Risgaard-Petersen

Les bactéries *Desulfobulbaceae* (en bleu) observées au microscope électronique à balayage. Chaque filament compte une quinzaine de stries qui conduisent les électrons sur environ un centimètre.

Ces microcâbles bactériens, grâce auxquels les micro-organismes en question puisent leur énergie, sont un système biologique inédit. Il reste maintenant à comprendre comment ils fonctionnent, et à préciser leur rôle dans l'environnement marin.

→ S. B.

C. Pfeffer et al., *Nature*, en ligne, 24 octobre 2012

Géosciences

Pourquoi l'atmosphère manque de xénon

Le xénon est un gaz noble dont les atomes sont bien plus lourds que ceux d'argon et de krypton, deux autres gaz nobles présents dans l'atmosphère terrestre. Et pourtant, notre atmosphère contient beaucoup moins de xénon, comparé aux gaz nobles plus légers tels que l'argon, que les météorites chondritiques – faites du même matériau rocheux qui a donné naissance à la Terre. Selon Svyatoslav Shcheka et Hans Keppler, à l'Université de Bayreuth, en Allemagne, la réponse à cette vieille énigme géochimique réside dans la faible solubilité du xénon au sein des pérovskites de MgSiO_3 , composante principale

du manteau inférieur de notre planète. En soumettant une telle pérovskite à des températures et des pressions similaires à celles régnant dans le manteau inférieur, les deux chercheurs ont trouvé que l'argon se dissout à raison de un pour cent en masse, alors que la solubilité du xénon est plus de 30 fois inférieure.

Ces résultats suggèrent aux deux géochimistes le scénario suivant. Avec la cristallisation de la pérovskite à partir de l'océan de magma en fusion, au tout début de l'histoire de la Terre, de l'argon et du krypton, mais très peu de xénon, ont été piégés dans le manteau inférieur. Simultanément,

l'essentiel de l'atmosphère primitive s'est perdu dans l'espace en raison des hautes températures, de l'intense rayonnement ultraviolet et des impacts de météorites. Plus tard, avec les mouvements de convection au sein du manteau, de la matière provenant du manteau inférieur est parvenue à proximité de la surface terrestre et a dégazé, libérant de l'argon et du krypton qui ont repeuplé l'atmosphère en ces gaz primitifs, mais beaucoup moins en xénon. Un processus similaire pourrait aussi expliquer le déficit en xénon constaté dans l'atmosphère de Mars.

→ M. M.

Nature, en ligne le 10 octobre 2012

GRENOBLE SCIENCES

■ CONSEIL ET EXPERTISE ■ LABELLISATION ■ ÉDITION

■ 2012, une année anniversaire
plus de 100 ouvrages labellisés
plus de 200 000 exemplaires vendus

en MATHÉMATIQUES,



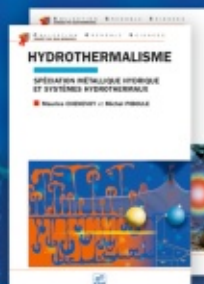
SCIENCES
DE LA VIE,



SCIENCES
DE LA
MATIÈRE,



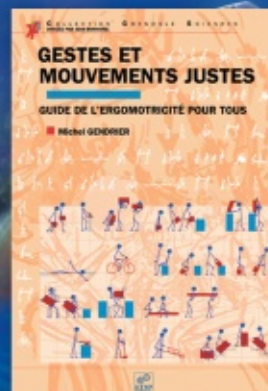
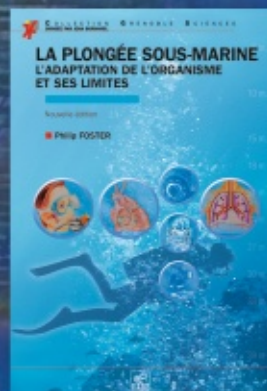
SCIENCES
DE LA TERRE
ET DE L'UNIVERS,



ANGLAIS
DE SPÉCIALITÉ.



■ et des ouvrages pour un public plus large qui feront de beaux cadeaux de Noël !
(Éditeur EDP Sciences)



Biologie animale

Le rôle des poils d'éléphant

Le corps des éléphants est couvert de poils épars. Conor Myhrvold, de l'Université de Princeton, aux États-Unis, et ses collègues ont montré que ces poils accroissent notablement les échanges thermiques avec l'air ambiant, et améliorent ainsi la régulation thermique de ces grands animaux.

Le métabolisme produit en permanence de la chaleur, qui doit être évacuée de l'organisme pour éviter la surchauffe. C'est d'autant plus difficile pour les éléphants qu'ils ont le plus petit rapport surface/volume de leur corps parmi tous les mammifères terrestres, et qu'ils vivent sous des climats chauds. Les chercheurs ont calculé les échanges dits convectifs entre l'air et leur peau grâce à des formules empiriques de la mécanique des fluides, dans des cas divers... Quel que soit le scénario considéré, une peau faiblement poilue perd plus de chaleur qu'une peau glabre. La différence est de cinq pour cent en moyenne, et atteint 23 pour cent quand le vent est faible – précisément quand le refroidissement est le plus difficile.

→ Guillaume Jacquemont

C. Myhrvold et al., *PLoS ONE*, en ligne le 10 octobre 2012

Pharmacologie

Une molécule anticalvitie ?

Le glaucome est une maladie de l'œil qui se traite notamment par l'administration de collyres diminuant la pression intraoculaire. Comme les patients utilisant les collyres à base de bimatoprost voient leurs cils s'épaissir, pousser et se multiplier, l'idée est venue que cette molécule pourrait agir contre la chute des cheveux. Valerie Randall et ses collègues, de l'Université de Bradford en Grande-Bretagne, ont donc testé le bimatoprost sur des lignées cellulaires de follicules pileux en culture ou prélevées sur du cuir chevelu humain, ainsi que sur le pelage du dos de souris : dans tous les cas, la pousse des cheveux ou des poils est stimulée.

Le bimatoprost est un analogue des prostaglandines, molécules ayant notamment des propriétés « contractiles » et que synthétisent toutes les cellules. Les chercheurs ont montré qu'un inhibiteur des récepteurs spécifiques aux prostaglandines bloque l'effet du bimatoprost sur la pousse des cheveux. On en déduit que cette molécule agit directement en se liant aux récepteurs du follicule pileux.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

K. G. Khidhir et al., *The FASEB Journal*, en ligne le 26 octobre 2012

Physico-chimie

Le dioxyde de carbone fragilise la glace

Le dioxyde de carbone (CO_2) présent dans l'atmosphère et en solution dans l'eau pourrait fragiliser la glace via la formation de bulles, bien qu'il soit difficile d'estimer l'importance de ce phénomène. Mais le dioxyde de carbone aurait aussi une action à l'échelle moléculaire, les atomes d'oxygène du CO_2 , chargés négativement, pouvant interagir avec les atomes d'hydrogène des molécules d'eau (H_2O). En modélisant ce type de liaisons, Zhao Qin et Markus Buehler, du MIT aux États-Unis, ont montré que le CO_2 rompt des liaisons hydrogène et rend la glace plus fragile et moins tenace, c'est-à-dire moins résistante à la propagation des fissures.

Les chercheurs ont modélisé un morceau de glace formé de 2880 molécules d'eau, où une fissure est créée en retirant un groupe de molécules. Des molécules de CO_2 sont introduites aléatoirement dans la fissure. Libres de se déplacer dans

cet espace, elles se dirigent vers les bords de la fissure, sous l'action des forces de van der Waals, puis forment des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau.

De plus, la molécule de CO_2 ne reste pas liée à la même molécule d'eau : elle se déplace de molécule d'eau en molécule d'eau, détruisant ainsi plusieurs liaisons hydrogène sur son passage. Ce mouvement provient du fait que chacun des deux atomes d'oxygène aux extrémités de la molécule de CO_2 tend à établir une liaison hydrogène ; cela crée un mouvement de balancier de la molécule, qui la fait se déplacer de proche en proche. Après le passage de la molécule CO_2 , les liaisons hydrogène ne sont pas rétablies. La glace se trouve ainsi fragilisée. Reste à estimer l'impact de ce phénomène à l'échelle de glaciers ou de la banquise.

→ S. B.

Journal of Physics D: Applied Physics, vol. 45, 445302, 2012



En défaisant des liaisons entre les molécules d'eau, le dioxyde de carbone réduit la résistance de la glace.

DERNIÈRE minute ...

UN CODE POUR DÉMASQUER LE COUCOU

Les mérions superbes, des oiseaux d'Australie, sont confrontés au parasitage d'œufs de coucous. Leur parade a été révélée par Sonia Kleindorfer, à Adélaïde, et ses collègues : les parents chantent pour leurs œufs. Avant l'éclosion, les oisillons apprennent ainsi un son qu'ils devront reproduire pour quémander de la nourriture. Le poussin coucou, lui, éclot plus tôt et n'a donc

pas eu le temps d'apprendre le « mot de passe », sans lequel les parents abandonnent le nid.

DES LANCES DE 500 000 ANS

Des pointes de lances en pierre étaient déjà utilisées il y a 500 000 ans, soit 200 000 ans plus tôt qu'on ne le pensait. C'est ce qu'a montré une équipe internationale, à partir de pointes retrouvées sur le site de Kathu Pan, en Afrique

du Sud, dans une couche sédimentaire vieille de 500 000 ans. Le fait qu'il s'agisse de pointes de lances est indiqué par l'usure de ces vestiges, plus prononcée à leur extrémité et symétrique par rapport à l'axe central.



Retrouvez plus d'actualités et toutes les références sur www.pourlascience.fr

Inscription et programme détaillé sur :
<http://smai.emath.fr/forum-emploi/>

2^e FORUM EMPLOI MATHÉMATIQUES

11 JANVIER 2013

Conservatoire National des Arts et Métiers
292 rue Saint-Martin - PARIS 3^e

- » Étudiant-e-s ou jeunes diplômé-e-s : venez vous informer sur les débouchés professionnels des cursus, rencontrer les employeurs, déposer des candidatures.
- » Entreprises : ingénieur-e-s, chargé-e-s d'études, DRH, présentez vos métiers, des offres de stage, d'emploi ou de thèse.
- » Universitaires : venez vous informer, rencontrer des industriels, représenter vos formations et laboratoires.
- » Pour tous : informez vous sur les divers aspects du métier de mathématicien-ne, les formations, les besoins des entreprises, les emplois, la recherche universitaire ou industrielle.

Pour concevoir, analyser, décider, optimiser, prévoir, crypter,
les entreprises et la recherche ont besoin des mathématiques !

Santé, industrie, environnement, marketing,
finance, TOUS LES DOMAINES RECRUTENT !

- > Stands recruteurs
- > Témoignages
- > Informations carrières

12H : CONFÉRENCE GRAND PUBLIC

E. Le Pennec et E. Trélat (Prix F. Klein 2012)
Recherche et industrie :
de la puce à l'espace

CAMILLE
Doctorante CIFRE dans un grand groupe
« J'utilise des techniques d'arrêt optimal
sur des processus de Markov pour
améliorer les maintenances des équipe-
ments vendus par mon entreprise »

FABIEN, bac + 5
ingénieur R&D dans une jeune PME
« Je participe au développement de
logiciels de génération automatique
de maillage : nos clients font des
économies grâce à nos codes car
les simulations numériques sont
plus rapides »

DELPHINE, bac + 5
Ingénieur CNRS
« J'apporte mon expertise
statistique à des chercheurs en
géographie physique qui
travaillent sur des thèmes variés :
éruptions volcaniques, séismes,
avalanches... »

